

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application: 2003年 5月 1日

出 願 番 号

Application Number: 特願2003-126587

[ST.10/C]:

[JP2003-126587]

出 願 人

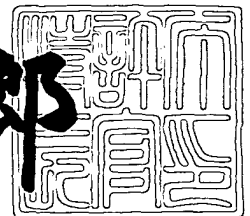
Applicant(s):

株式会社日立製作所  
株式会社日立カーエンジニアリング

2003年 6月12日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3045944

【書類名】 特許願

【整理番号】 A201671

【提出日】 平成15年 5月 1日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F02M 61/18  
F02B 23/10

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 白石 拓也

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社 日立製作所 機械研究所内

【氏名】 安部 元幸

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市高場2477番地 株式会社 日立カーエンジニアリング内

【氏名】 清水 修一

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社 日立製作所 オートモティブシステムグループ内

【氏名】 早谷 政彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】 000232999

【氏名又は名称】 株式会社 日立カーエンジニアリング

【代理人】

【識別番号】 100091096

【弁理士】

【氏名又は名称】 平木 祐輔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015244

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料噴射弁及び該燃料噴射弁を備えた筒内噴射内燃機関

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 軸線方向に移動する弁体により開閉される噴射孔を有し、噴射孔より噴射される燃料に対し燃料旋回手段によって前記噴射孔の中心軸線周りの旋回力を与える燃料噴射弁において、

前記噴射孔の中心軸線が前記弁体の中心軸線に対して所定の偏向角をもって傾斜しており、前記噴射孔の先端面に段差が形成されていることを特徴とする燃料噴射弁。

【請求項 2】 前記噴射孔の先端面の段差は、前記噴射孔の中心軸線に対し、任意の傾斜角をもった平面に互いに平行であることを特徴とする請求項 1 記載の燃料噴射弁。

【請求項 3】 前記噴射孔の先端面が切削加工面もしくはプレス加工面であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の燃料噴射弁。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 の何れか一項に記載の燃料噴射弁を備えたことを特徴とする筒内噴射内燃機関。

【請求項 5】 軸線方向に移動する弁体により開閉される噴射孔を有し、噴射孔より噴射される燃料に対し燃料旋回手段によって前記噴射孔の中心軸線周りの旋回力を与えるよう構成され、前記噴射孔の中心軸線が前記弁体の中心軸線に対して所定の偏向角をもって傾斜し、前記噴射孔の先端面に段差が形成されている燃料噴射弁の製造方法において、

一次製品として前記噴射孔の軸長を、調整代を有する軸長に設定し、当該一次製品の噴射孔の先端面を加工することにより、前記噴射孔の軸長、前記噴射孔の先端面の段差形状および前記噴射孔の偏向方向に対する段差方向を調整して二次製品とする燃料噴射弁の製造方法。

【請求項 6】 前記噴射孔の先端面の加工は、切削加工もしくはプレス加工であることを特徴とする請求項 5 に記載の燃料噴射弁の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の燃料噴射に用いられる燃料噴射弁、該燃料噴射弁を備えた筒内噴射内燃機関に関し、特に、燃料を気筒内に旋回噴射する燃料噴射弁及び該燃料噴射弁を備えた筒内噴射内燃機関に関する。

【0002】

【従来の技術】

内燃機関、特に、ガソリン燃料の筒内噴射内燃機関に用いられる燃料噴射弁（燃料インジェクタ）として、軸線方向に移動する弁体により開閉される噴射孔を有し、噴射孔より噴射される燃料に対しスワラーと称される様な燃料旋回手段によって前記噴射孔の中心軸線周りの旋回力を与えるスワラー付きノズルの燃料噴射弁が知られている。

【0003】

このスワラー付きノズルの燃料噴射弁には、噴霧の噴射方向を偏向させたり、所要の噴霧形状を得るために、噴射孔の中心軸線が弁体の中心軸線に対して所定の偏向角をもって傾斜しているものや（例えば、特許文献1）、噴射孔の先端面に段差が形成されているものがある（例えば、特許文献2）。

【0004】

【特許文献1】

特開平11-159421号公報

【特許文献2】

特開2000-329036号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

筒内噴射内燃機関には、成層燃焼方式のものや、均質燃焼方式のものがあり、燃料噴射弁によって気筒内に噴射する燃料の噴霧の方向、噴霧形状、ペネトレーション長、リード噴霧の有無等の最適化設定は、内燃機関の燃焼方式や燃焼室形状、点火プラグと燃料噴射弁との相対的位置関係等により、各型式の内燃機関毎に異なったものになる。

【0006】

しかし、従来の燃料噴射弁では、噴射孔の偏向角の設定、あるいは噴射孔先端面に段差設定の何れかであるので、燃焼性能、燃料経済性、排気ガス性能の各観点から、燃料の噴霧の方向、噴霧形状、ペネトレーション長、リード噴霧の有無等の各緒元を各型式の内燃機関に合った最適状態にするのに限度があり、最適化設定に関して充分でない。

#### 【0007】

本発明は、前記点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、燃焼性能、燃料経済性、排気ガス性能の各観点から、燃料の噴霧の方向、噴霧形状、ペネトレーション長、リード噴霧の有無等の各緒元を各型式の内燃機関に合った最適状態にする自由度が高く、汎用性に優れた燃料噴射弁、及び、該燃料噴射弁を備えた筒内噴射内燃機関を提供することにある。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達するために、本発明による燃料噴射弁は、軸線方向に移動する弁体により開閉される噴射孔を有し、噴射孔より噴射される燃料に対し燃料旋回手段によって前記噴射孔の中心軸線周りの旋回力を与える燃料噴射弁において、前記噴射孔の中心軸線が前記弁体の中心軸線に対して所定の偏向角をもって傾斜しており、前記噴射孔の先端面に段差が形成されている。

#### 【0009】

この発明による燃料噴射弁では、噴射孔の中心軸線が弁体の中心軸線に対して所定の偏向角をもって傾斜していることにより、偏向角に応じた偏向噴射が行われ、旋回噴射と相まって噴射孔の軸長設定によって噴霧ペネトレーション集中領域を噴射孔の中心軸線周りの任意の位置に設定でき、しかも、噴射孔の先端面に段差によって、噴霧形状、噴霧分布を調整でき、これらの設定の組合せにより、各設定に依存する作用が相乗～相殺され、燃料の噴霧の方向、噴霧形状、ペネトレーション長、リード噴霧の有無等の各緒元を多様に設定できる。

#### 【0010】

本発明による燃料噴射弁の前記噴射孔の先端面の段差は、前記噴射孔の中心軸線に対し、任意の傾斜角をもった平面に互いに平行であってよく、その一つとし

て段差（段差面）が各々噴射孔の中心軸線に直交する平面であるものを含む。

【 0 0 1 1 】

本発明による燃料噴射弁の前記噴射孔の先端面は切削加工面もしくはプレス加工面であってよく、噴射孔先端面の切削加工もしくはプレス加工によって噴射孔の軸長、噴射孔先端面の段差形状、段差方向を任意に設定することができる。

【 0 0 1 2 】

本発明による筒内噴射内燃機関は、上述の発明による燃料噴射弁を備えている。この筒内噴射内燃機関では、噴射孔の軸長や、噴射孔先端面の段差形状、段差方向を、内燃機関に応じて適合化された燃料噴射弁が設置され、燃料の噴霧の方向、噴霧形状、ペネトレーション長、リード噴霧の有無等の各緒元が、燃焼方式や燃焼室形状、点火プラグと燃料噴射弁との相対的位置関係等に応じたものになり、燃焼性能、燃料経済性、排気ガス性能が改善される。

【 0 0 1 3 】

本発明による燃料噴射弁の製造方法は、軸線方向に移動する弁体により開閉される噴射孔を有し、噴射孔より噴射される燃料に対し燃料旋回手段によって前記噴射孔の中心軸線周りの旋回力を与えるよう構成され、前記噴射孔の中心軸線が前記弁体の中心軸線に対して所定の偏向角をもって傾斜しており、前記噴射孔の先端面に段差が形成されている燃料噴射弁の適合化方法において、一次製品として前記噴射孔の軸長を、調整代を有する軸長に設定し、当該一次製品の前記噴射孔の先端面を切削加工やプレス加工等の加工をすることにより、前記噴射孔の軸長、前記噴射孔の先端面の段差形状および前記噴射孔の偏向方向に対する段差方向を設定して二次製品とする。

【 0 0 1 4 】

この発明による燃料噴射弁の製造方法によれば、一次製品の完成後に、噴射孔先端面の切削やプレス等の加工により、噴射孔の軸長、噴射孔先端面の段差形状、段差方向を個別に設定して二次製品とすることで、燃料の噴霧の方向、噴霧形状、ペネトレーション長、リード噴霧の有無等の各緒元が要求される内燃機関に燃料噴射弁の製造の最終段階で最適化することができる。

【 0 0 1 5 】

## 【発明の実施の形態】

以下に添付の図を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。

図 1 は、本発明による燃料噴射弁の一つの実施形態を示している。

燃料噴射弁（以下、インジェクタと称する）10 は、本体ケース 11、燃料通路部材 12、ノズル部材 13、コネクタハウジング部材 14 等を有している。ノズル部材 13 の先端部には、ノズルプレート 15 が固定されている。ノズルプレート 15 には、弁座部 16、噴射孔 17 が形成されている。

## 【0016】

ノズル部材 13 内には、弁体 18 が軸線方向に移動可能に設けられている。弁 18 は、軸線方向移動により先端部にて弁座面 16 に選択的に着座し、噴射孔 17 を開閉する。弁体 18 にはプランジャ 19 が連結されている。燃料通路部材 12 内には圧縮コイルばね 20 が設けられている。圧縮コイルばね 20 は、可動スリーブ部材 21、プランジャ 19 を介して弁体 18 を弁座面 16 に着座する弁閉方向に付勢している。

## 【0017】

本体ケース 11 には、電磁コイル 22 が設けられている。電磁コイル 22 は、通電により励磁され、プランジャ 19 を圧縮コイルばね 20 のばね力に抗して吸引し、弁体 18 を弁座面 16 より引き離す。

## 【0018】

ノズル部材 13 内には、燃料旋回手段として、スワラー 23 が設けられている。スワラー 23 は、ノズルプレート 15 の弁座面 16 の側にあり、燃料微粒化のために、噴射孔 17 より噴射される燃料に対し、噴射孔 17 の中心軸線周りの旋回力を与える。

## 【0019】

インジェクタ 10 の燃料供給口 24 には、燃料ポンプ（図示せず）によって加圧された燃料が供給される。この燃料は、電磁コイル 22 の通電により、弁体 18 が弁座面 16 より引き離されて弁開している間、燃料通路部材 12、本体ケース 11、ノズル部材 13 の内部通路を通して、スワラー 23 に至り、噴射孔 17 より外部へ噴射される。この燃料噴霧は、スワラー 23 によって旋回力を与える

ことにより、噴射孔 1 7 の中心軸線周りの旋回流 S を生じて、図 1 に破線 F で示されているような円錐状に形成される。このインジェクタ 1 0 における燃料噴射量は、弁体 1 8 の弁開時間、すなわち、電磁コイル 2 2 に対する通電時間により決まる。

## 【 0 0 2 0 】

図 2 は、本実施形態によるインジェクタ 1 0 の要部の拡大図であり、該要部拡大図を参照して説明する。インジェクタ 1 0 は、噴射孔 1 7 の中心軸線 E が弁体 1 8 の中心軸線 C（インジェクタ 1 0 の軸心に等しい）に対して所定の偏向角  $\beta$  をもって傾斜しており、しかも、噴射孔 1 7 の先端面に段差 2 5 が形成されている。

## 【 0 0 2 1 】

ここで、段差 2 5 とは、いわゆる、L ステップであり、噴射孔 1 7 の先端部（出口部）の周りに存在する先端面が、噴射孔 1 7 の中心軸線 E 方向に段差を有する互いに平行な二面 2 5 A、2 5 B のことを云う。

## 【 0 0 2 2 】

噴射孔 1 7 の中心軸線 E が弁体 1 8 の中心軸線 C に対して偏向角  $\beta$  をもって傾斜していると、換言すれば、インジェクタ 1 0 の軸心に対し、噴射孔 1 7 が非平行に配置され、噴射孔 1 7 の先端面が噴射孔 1 7 の中心軸線 E に対してほぼ垂直な面に形成されていると、燃料噴霧 F は、インジェクタ 1 0 の軸心に対し偏向して形成され、燃料噴霧 F のペネトレーション長さは不均一になる（ $L_1 / L_2 \neq 1$ ）。

## 【 0 0 2 3 】

噴射孔 1 7 がインジェクタ 1 0 の軸心に対し傾斜していることにより、弁座面 1 6 の側から噴射孔 1 7 に流入する燃料は、偏向方向に流れ易くなり、偏向方向と反対側については、燃料が流れ難くなる。これにより、噴射孔 1 7 を流れる燃料の噴射孔 1 7 の軸方向流速分布が異なることになる。つまり、噴射孔 1 7 内を流れる燃料の軸方向流速分布の違いが、燃料噴霧 F のペネトレーション長さの不均一を発生させる。

## 【 0 0 2 4 】

インジェクタ 10 には、燃料に旋回力を与える部品であるスラワー 23 が具備されているから、噴射孔 17 内を流れる燃料には、旋回がかかり、噴射孔 17 より噴射される燃料噴霧 F のペネトレーション長さが最も長い領域は、図 3 (a) や (b) (図 2 の A A 断面において) で示すように、中心位置からずれた部位 P に発生する。

## 【0025】

成層燃焼を行う筒内噴射ガソリンエンジンでは、燃料噴霧 F のペネトレーション長さが最も長い領域 P を点火プラグ方向に向けることで、最少の燃料にて最適な燃焼を得ることが可能となる。

## 【0026】

そこで、噴射孔 17 の軸長 L の設定によって燃料噴霧 F のペネトレーション長さが最も長い位置を自在に設定可能にし、このことにより最適な燃焼性を得ることができる。

## 【0027】

この噴射孔 17 の軸長 L と燃料噴霧 F のペネトレーション長さが最も長い位置との関係について説明する。燃料は、スラワー 23 によって右回転を与えられ、弁座面 16 を通り、噴射孔 17 へ流入する。噴射孔 17 がインジェクタ 10 の軸心 C に対し非平行に配置 (傾斜配置) されることにより、噴射孔 17 に流入する燃料は、偏向方向に流れやすくなり、偏向方向と反対側については流れにくくなる。

## 【0028】

噴射孔 17 を流れる燃料の噴射孔 17 の軸方向流速に、強い軸方向流速と弱い軸方向流速が混在することで、流速分布が不均一になる。燃料には常に右旋回が与えられていることから、噴射孔 17 内を流れる強い軸方向流速と弱い軸方向流速も噴射孔 17 内を右回転しながら噴射孔 17 の出口に到達する。

## 【0029】

つまり、燃料噴霧 F のペネトレーションが長い部分は、噴射孔 17 内において強い軸方向流速を持った部分が、噴射孔 17 の出口より噴射されたものであり、この燃料噴霧 F のペネトレーションの長い部分をどの位置に設定するかは、噴射

孔 17 内で常に回転をしている強い軸方向流速を持った部分をどの位置で、噴射孔 17 の出口より噴射させるかにより決まる。

#### 【0030】

これは（噴射孔 17 内で常に回転をしている強い軸方向流速を持った部分をどの位置で、噴射孔 17 の出口より噴射させるかは）、噴射孔 17 の軸長  $L$  を調整（設定）し、噴射孔 17 の流路長を調整することにより、噴射孔出口までの燃料の回転角が調整されることにより決まる。これによって、図 3（a）、（b）に示されているように、燃料噴霧  $F$  のペネトレーションの長い領域  $P$  を燃料噴霧  $F$  の図 2 の AA 断面（ノズル側より確認）での中心軸周りに移動させることが可能となる。

#### 【0031】

そして、噴射孔 17 の軸長  $L$  は、噴射孔先端面の切削加工によるカット量  $T_c$  により任意に設定することができる。カット量  $T_c$  を 0.1 mm に付き、AA 断面（ノズル側より確認）において、燃料噴霧  $F$  のペネトレーションの長い部分が約 8 度右回転するとすると、カット量  $T_c$  とペネトレーションの回転角  $P_{deg}$  の関係は、下記の式（1）により表される。

#### 【0032】

$$P_{deg} = \{T_c \cdot \tan(\theta/2)\} / (\pi \cdot D) \cdot 360 \quad (1)$$

上記式における、 $\theta$  は燃料噴霧  $F$  の主噴霧角度であり、 $\pi$  は円周率、 $D$  は噴射孔 17 の径寸法である。

#### 【0033】

つまり、燃料噴霧  $F$  を設計する場合、必要となる流量及び主噴霧角度  $\theta$  を決定するため、噴射孔 17 の径寸法  $D$ 、軸長  $L$  及び燃料に旋回力を与える部品であるスワラー 23 の仕様が決定される。この時、ペネトレーションの回転角  $P_{deg}$  を求める式を用い、燃料噴霧  $F$  のペネトレーションの長い位置をどの位置に設定するかを自由に設定することができる。

#### 【0034】

即ち、ある噴霧の断面（実施様態で云う AA 断面）におけるペネトレーションの長い位置（流量集中部）を 360 度の任意の角度に調整することができる。そ

の結果、インジェクタ10の取付状態の制約を受けず、燃料噴霧Fのペネトレーションの長い位置をエンジン燃焼上、最も効率のよい位置に設定可能となる。

【0035】

本実施様態によれば、噴霧形状の流速分布を制御することで、噴霧ペネトレーションの長い位置を目的の方向へ自在に向けることができる。また、噴射孔17の軸長Lを調整することにより、燃料が噴射孔出口に達するまでの回転数（回転量）を調整することができるので、噴霧ペネトレーションの長い位置を予め定めた任意の方向へ向けることができる。

【0036】

噴射孔17の先端面（出口面）に段差25が形成されているので、噴霧ペネトレーションの長い部分の噴霧（以下、リード噴霧と呼ぶ）をさらに強調することができる。

【0037】

本発明者らは、段差25の設定によってリード噴霧が強くなり、ペネトレーションが長くなることを確認した。しかし、別の特性として、高温高圧下（例えば、雰囲気温度160℃、雰囲気圧力0.5MPa）では、そのリード燃料噴霧が消えてしまう現象を発見した。高温高圧下の条件はエンジンの圧縮行程に燃料を噴射する場合を想定している。

【0038】

その一例を図4に示している。図4では、噴射孔17の軸長Lが長いものLaと、短いものLbのノズルプレートを組み込んだインジェクタ10の噴霧を比較している。軸長Laのものの噴霧では、常温大気圧下において、長いペネトレーションが観察されており、高温高圧下においてリード噴霧が残っている。一方、軸長Lbのものの噴霧では、常温大気圧下でのリード噴霧が短く、高温高圧下ではリード噴霧が消失してしまっている。

【0039】

この現象が発生するメカニズムは、以下のように考えられる。噴射孔先端面の段差は、噴射孔出口部での噴霧燃料の流量分布に偏りを与えるものであり、結果として噴射された燃料噴霧のパターンは、一部に流量集中部を持った不均一な分

布となる。

#### 【0040】

噴射孔17の中心軸線がインジェクタ10の中心軸線と同心で、偏向角をもたないインジェクタ10の場合は、スワラー23によって旋回力を与えられた燃料は、噴射孔17内を旋回しながら均一な分布となり、出口より噴出することが前提となっている。均一な流量分布の場合は、段差25を形成する位置、角度、噴射孔の長さは任意に設定できる。

#### 【0041】

一方、噴射孔17の中心軸線Eがインジェクタ10の中心軸線Cに対して偏向角 $\beta$ をもった偏向ノズルの場合、前述したように噴射孔17内には流量分布の偏りが発生する。流量分布の濃部分と段差の影響が重なると、相乗（重畳）状態になり、図4の左側（La：長い）のようになる。その反対に、流量分布の淡部分と段差の影響が重なると、相殺状態になり、図4の右側（Lb：短い）のようになると、考えられる。

#### 【0042】

したがって、偏向ノズル技術と段差ノズル技術とを組合せることにより、リード噴霧の強弱を自由に調整することができて、高温高圧下でリード噴霧を消すことも、残すことも可能となる。この技術を応用すると、常温大気圧下では、リード噴霧を含んだ広い噴霧角、高温高圧下でリード噴霧が消えて、狭い噴霧角を実現することができ、噴霧角可変式のインジェクタ10を提供できることになる。

#### 【0043】

インジェクタ10のエンジンに対する適合化は、一次製品として噴射孔17の軸長を、調整代を有する軸長（ $L+L_c$ ）に設定する。一次製品の噴射孔先端部の形状は、一例として、図2に仮想線で示されているように、球径（ $L+L_c$ ）の半球状をしている。

#### 【0044】

この一次製品の噴射孔17の先端面（半球状部）を所定の寸法精度をもって切削加工することにより、噴射孔17の軸長、噴射孔先端面の段差25の形状および噴射孔17の偏向方向に対する段差25の方向を調整して二次製品とする。こ

れにより、インジェクタ10のエンジンに対する適合化を、汎用性、多様性をもって、簡便に行うことができる。

## 【0045】

図5(a)、(b)は、上述の構成によるインジェクタ10を適用された筒内噴射内燃機関（ガソリンエンジン）を示している。図5(a)、(b)において、51は、シリンダブロック、52はシリンダヘッド、53はピストン、54は燃焼室（気筒）、55は点火プラグ、56は吸気弁、57は排気弁を各々示している。

## 【0046】

図示の筒内噴射内燃機関は、インジェクタ10の取付角（水平線からインジェクタ軸心Cまでの角度 $\alpha$ が小さく（20度程度）、燃焼室54に燃料を噴射するために、噴射孔軸心Eがインジェクタ10の軸心Cから $\beta$ 度、偏向した方向に燃料を噴射する。

## 【0047】

図5(a)の筒内噴射内燃機関は、ノズル偏向方向が点火プラグ側であり、図5(b)の筒内噴射内燃機関は、ノズル偏向方向がピストン上面側である。ノズル先端位置から点火プラグ55の先端ギャップ位置を結んだ線と水平線とがなす角度を $\gamma$ とすると、ノズル偏向方向は、インジェクタ10の軸心Cから角度 $\gamma$ までの範囲に設定する。すなわち、 $0 < \beta < (\alpha + \gamma)$ が成立する範囲内で、偏向角 $\beta$ を設定可能である。

## 【0048】

この構成における運転状態毎のエンジン燃焼室内での噴霧挙動について、図6(a)、(b)を用いて説明する。図示しないエンジンコントロールユニットからの制御信号により、吸気行程に燃料を噴射する場合には、均質な混合気を形成するために、燃料と空気を十分に混合させる必要があるため、図6(a)に示すように、リード燃料噴霧Faを含めた広い噴霧角で噴射する。均質混合気形成、すなわち、均質燃焼では、リード燃料噴霧Faはピストン53方向に噴射される。

## 【0049】

これに対し、圧縮行程に燃料を噴射する場合には、点火プラグ55の周りに混合気が集中化した成層混合気を形成する必要がある。圧縮行程中の燃焼室内の温度、圧力は、図7に示されているように、ピストン53の上昇に応じて上昇する。例えば、上死点(TDC)前30度では、温度が約300℃、圧力が約8barとなっている。したがって、このような高温高圧下に噴射した場合*i*は、図4を用いてメカニズムを説明したように、ピストン53方向のリード燃料噴霧*Fa*が消失し、図6(b)のような噴霧形態になる。

## 【0050】

噴射孔17の軸心*E*は、インジェクタ中心*C*とは非平行で傾斜しており、プラグ55方向に噴射されているため、流量分布の濃部分を含んだメインの噴霧がプラグ方向に噴射され、プラグ周りに成層化される。この時、図示しないタンブルやスワールなどの空気流動の補助があった方が望ましい。

## 【0051】

従来、アクセル踏み込み量が大きく、図示しないエンジンコントロールユニットが要求トルクが大きいと判断した場合には、噴射量を増やすように制御信号を出力するが、ピストンへの付着燃料が多くなり、スモークが発生するという課題がある。本実施形態では、噴射量が増加した場合、噴射孔17の軸心方向の噴射量が増加するので、燃料のピストン付着を低減でき、スモーク排出を抑えられる。

## 【0052】

さらに別のメリットとして、プラグ方向に噴射される主噴霧の速度はリード噴霧の速度より低いため、噴霧の拡散が防止され成層度(点火プラグ周りへの集中度)が上がる。その結果、EGR量を増加することができ、燃料消費率、NOxともに低減できる。

## 【0053】

図8にその結果を示す。EGRを多量に導入すると、燃焼が不安定になるために、従来はEGR率20%程度が限界であった。それは、EGRガスにより混合気が希釈され、成層度が悪化するためである。本実施形態のインジェクタ10を試作し性能確認実験をした結果、空燃比を調整することで、EGR率45%まで導入でき、それに伴いNOx排出量が低減することを確認した。

## 【0054】

また、別の課題として、図6(a)に示したような噴射形態では、リード燃料噴霧Faがピストン53方向へ噴射されるため、HCの排出増加が心配される。特に、エンジン始動直後は、触媒の温度が低く、十分な浄化性能が得られないため、エンジンから排出されるHC量を低減する必要がある。

## 【0055】

発明者らは、そのような観点で性能確認を行ったところ、図9(a)～(c)に示すような結果を得た。運転条件は、始動直後のアイドル状態を模擬したエンジン回転数1400rpm、軸トルク20Nm、空燃比14.7、水温＝油温＝30℃で、1.8Lの4気筒エンジンでの結果である。

## 【0056】

燃焼室内での噴霧パターンのイメージを下段に一緒に示した。この結果を見ると、ピストン方向への噴射の大小は、HC排出には、あまり関連していないことが判る。

## 【0057】

燃焼室方向のペネトレーションという観点でまとめた結果を、図10に示す。燃焼室方向のペネトレーションは、燃料を大気圧下の雰囲気燃料圧力7MPa、噴射量12.5mcc/回で噴射した時の噴射開始から1.3sec後の噴霧写真から噴霧長さを測定した値である。この結果からは、HC排出の主な要因はインジェクタ噴射位置から反対方向の燃焼室壁周辺に付着した燃料成分と考えられ、本実施形態の構成(図5(a)に示した構成)は、始動直後のHC排出量低減にも効果があることが判る。

## 【0058】

以上、本発明の一実施形態について詳述したが、本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱することなく、設計において種々の変更ができるものである。

## 【0059】

例えば、前記実施形態においては、インジェクタ10の噴射孔17の軸長Lを、噴射孔先端面の切削加工によって、任意に設定することができるとしているが

、該加工は、切削加工に限らず、プレス加工等他の加工によっても設定することができるものである。

#### 【0060】

##### 【発明の効果】

以上の説明から理解される如く、本発明による燃料噴射弁によれば、噴射孔の中心軸線が弁体の中心軸線に対して所定の偏向角をもって傾斜していることにより、偏向角に応じた偏向噴射が行われ、旋回噴射と相まって噴射孔の軸長設定によって噴霧ペネトレーション集中領域を噴射孔の中心軸線周りの任意の位置に設定でき、しかも、噴射孔の先端面の段差によって、噴霧形状、噴霧分布を調整でき、これらの設定の組合せにより、各設定に依存する作用が相乗～相殺され、燃料の噴霧の方向、噴霧形状、ペネトレーション長、リード噴霧の有無等の各緒元を多様に設定できる。すなわち、この発明による燃料噴射弁は、これらの各緒元を各型式の内燃機関に合った最適状態にする自由度が高く、汎用性に優れている。

#### 【0061】

また、本発明による筒内噴射内燃機関によれば、噴射孔の軸長や、噴射孔先端面の段差形状、段差方向を、内燃機関に応じて適合化された燃料噴射弁が設置され、燃料の噴霧の方向、噴霧形状、ペネトレーション長、リード噴霧の有無等の各緒元が、燃焼方式や燃焼室形状、点火プラグと燃料噴射弁との相対的位置関係等に応じたものになり、燃焼性能、燃料経済性、排気ガス性能を改善することができる。

#### 【0062】

更に、本発明による燃料噴射弁の製造方法によれば、一次製品の噴射孔先端面の切削加工もしくはプレス加工により、噴射孔の軸長、噴射孔先端面の段差形状、段差方向を個別に設定し、燃料の噴霧の方向、噴霧形状、ペネトレーション長、リード噴霧の有無等の各緒元を、適用する内燃機関の型式に応じて、二次製品の製造時点で、個々に最適化することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明による燃料噴射弁の一つの実施形態を示す断面図。

【図 2】

図 1 の実施形態による燃料噴射弁の要部の拡大図断面図。

【図 3】

(a)、(b) は、各々図 2 の A - A 断面における燃料噴霧のペネトレーションの長い領域を模式的に示す図。

【図 4】

ノズル構造に違いによる常温大気圧下と高温高圧下の燃料噴霧の形態を示す断面図。

【図 5】

(a)、(b) は、本実施形態の燃料噴射弁の筒内噴射内燃機関内での噴射状態を示す断面図。

【図 6】

(a)、(b) は各々、本実施形態の燃料噴射弁の燃焼室内での噴霧パターンのイメージを示す図。

【図 7】

内燃機関の燃焼室内の圧力、温度変化を示すグラフ。

【図 8】

EGR 率と NO<sub>x</sub> 排出量の実験結果を示すグラフ。

【図 9】

噴霧パターンと HC 排出量の実験結果を示すグラフ。

【図 10】

燃焼室方向のペネトレーションと HC 排出濃度の実験結果を示すグラフ。

【符号の説明】

10…インジェクタ

16…弁座面

17…噴射孔

18…弁体

19…プランジャ

2 2 …電磁コイル

2 3 …スワラー

2 5 段差

5 4 …燃料室

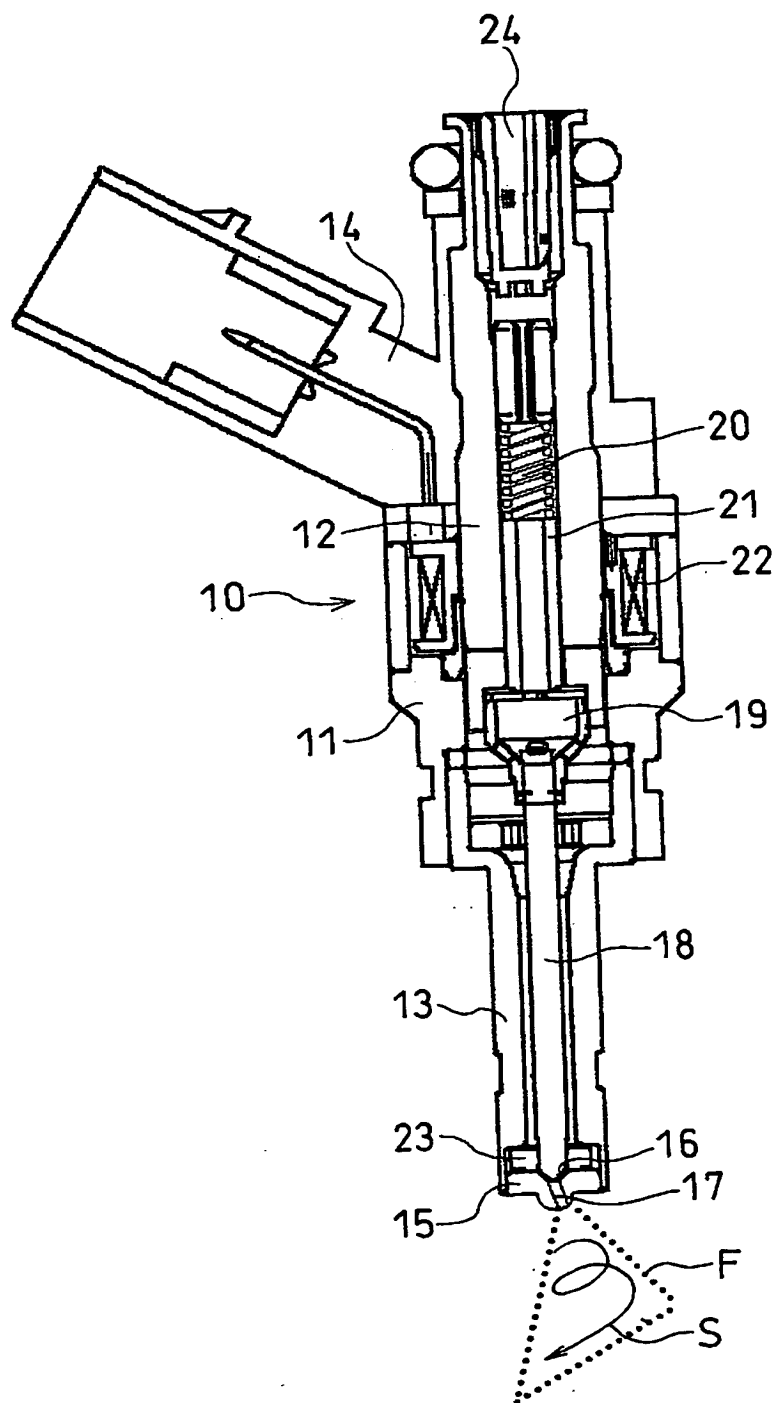
5 5 …点火プラグ

C…弁体（インジェクタ）の中心軸線

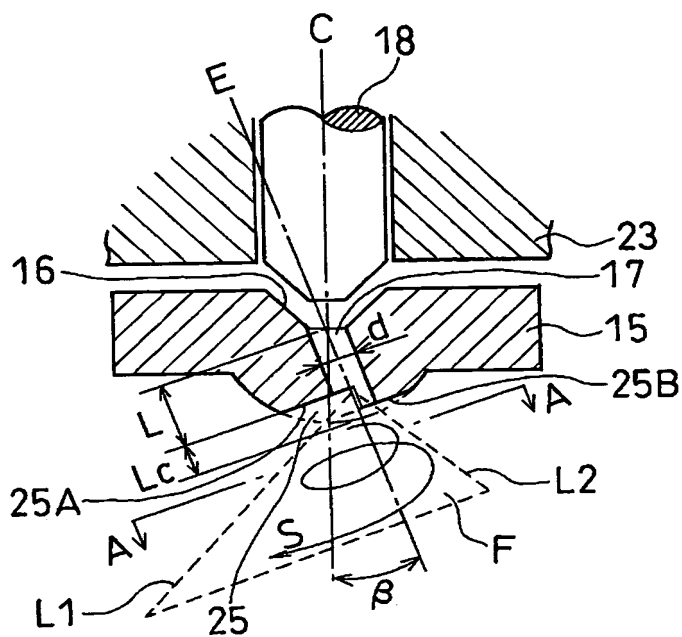
E…噴射孔の中心軸線

【書類名】 図面

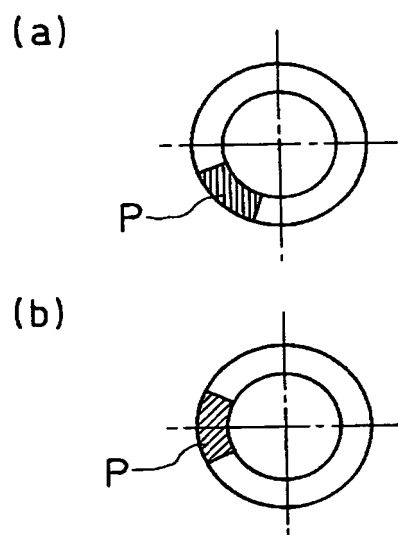
【図 1】



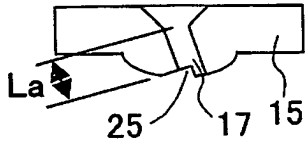
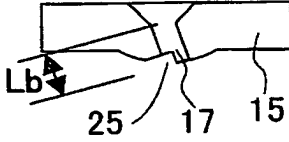
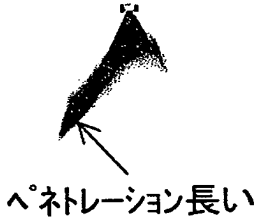



【图 2】



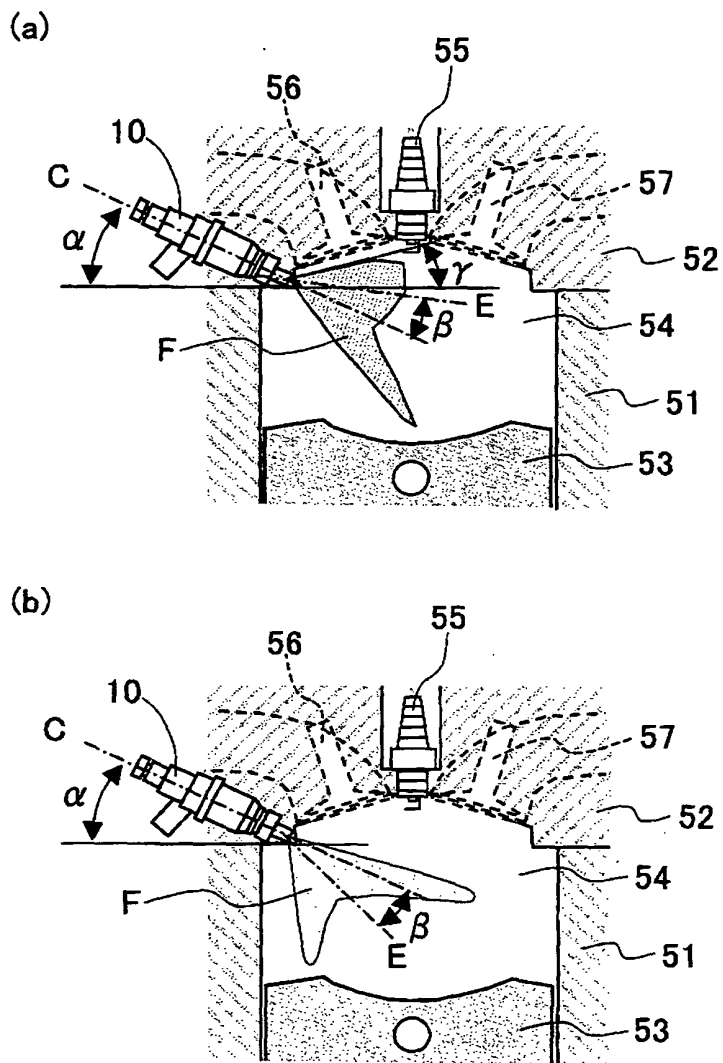
【図 3】



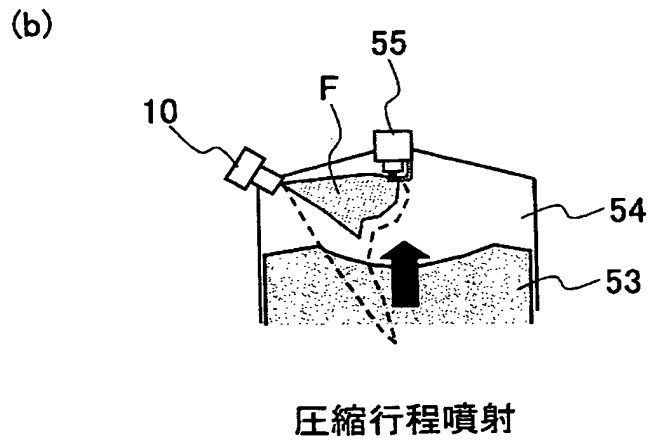
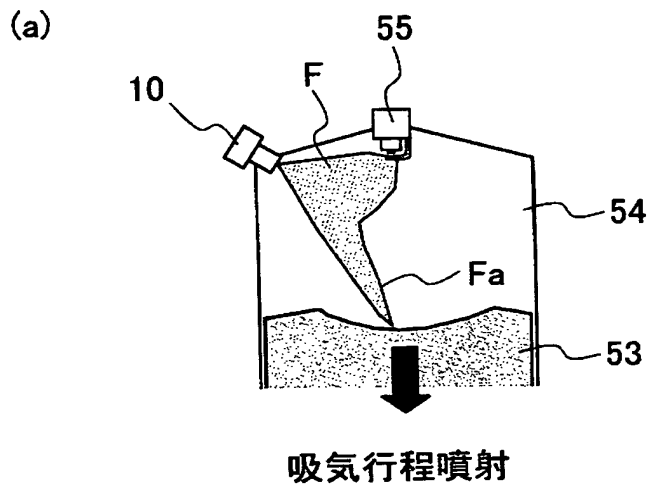
【図4】

ノズル構造	La: 長い	Lb: 短い
		
常温大気圧 (20°C, 0.1MPa)		
高温高圧 (160°C, 0.5MPa)		

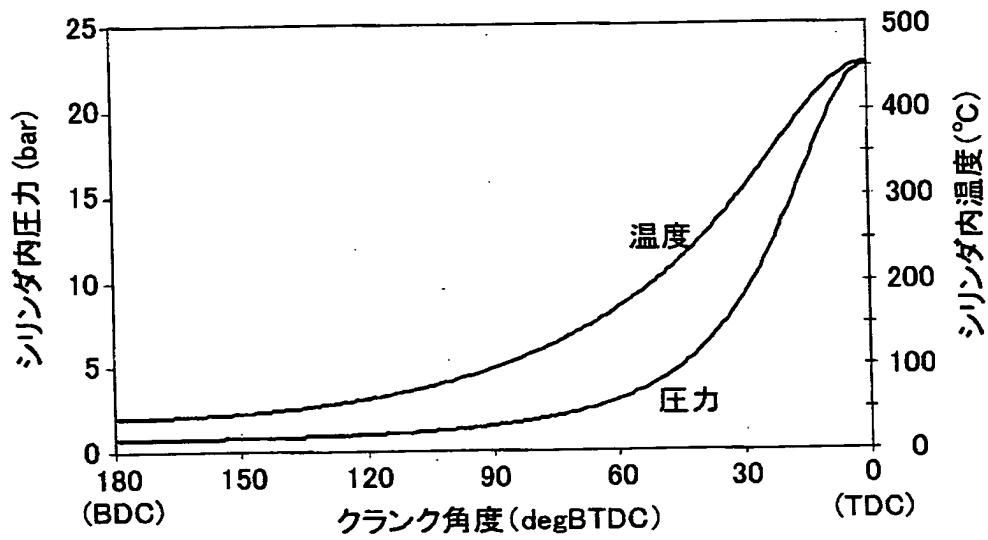
【図 5】



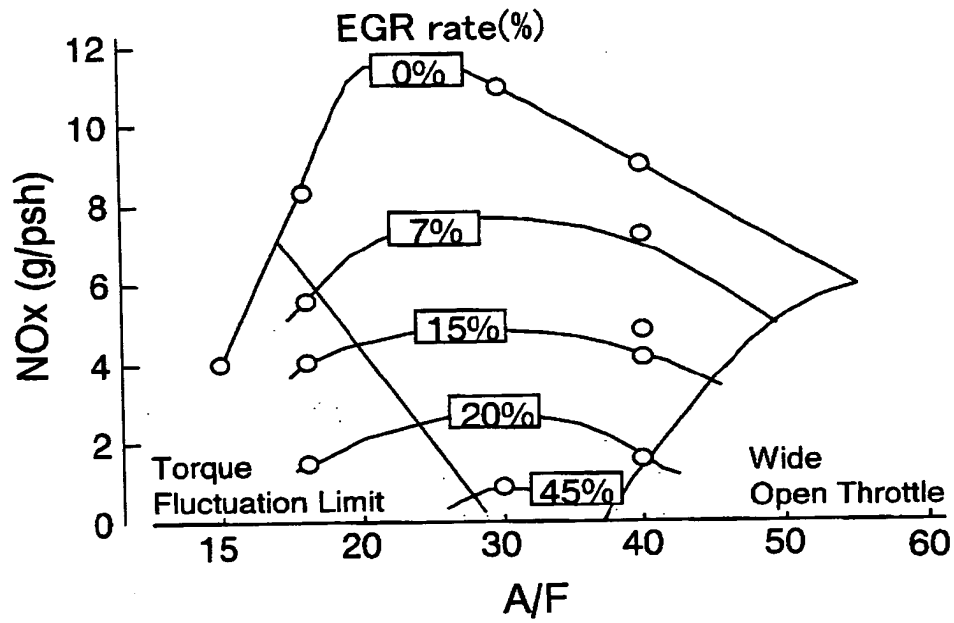
【図 6】



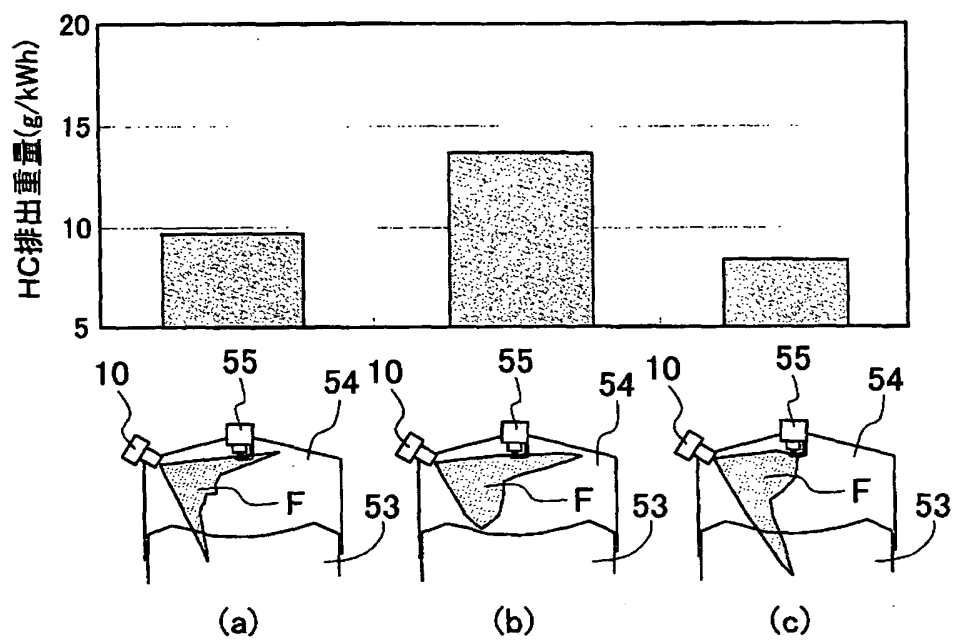
【図 7】



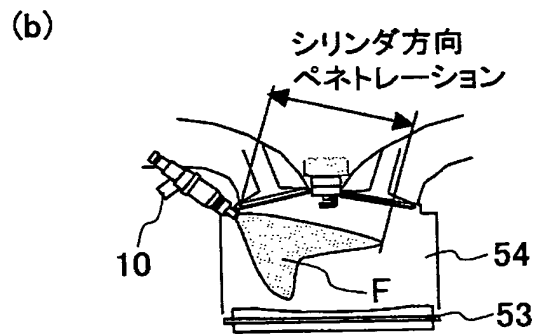
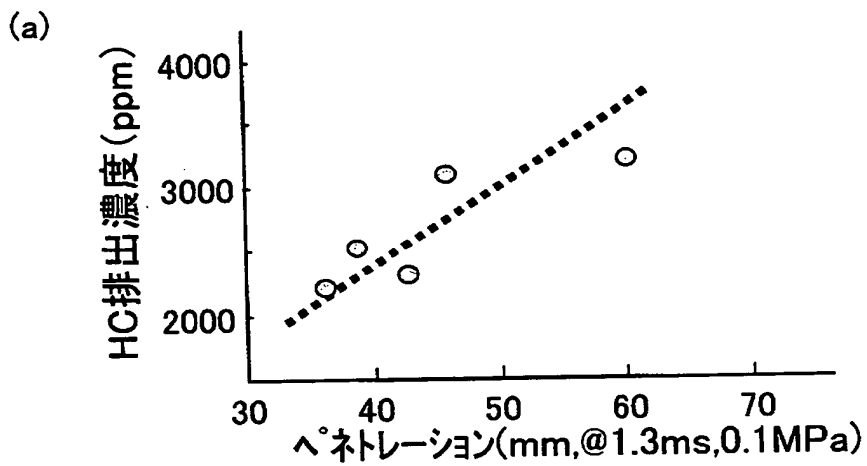
【図 8】



【図 9】



【図10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料の噴霧の方向、噴霧形状、ペネトレーション長、リード噴霧の有無等の各緒元を各型式の内燃機関に合った最適状態にする自由度が高く、汎用性に優れた燃料噴射弁を提供する。

【解決手段】 噴射孔 17 より噴射される燃料に対しスワラー 23 によって噴射孔 17 の中心軸線周りの旋回力を与える燃料噴射弁であって、噴射孔 17 の中心軸線 E が弁体 18 の中心軸線 C に対して所定の偏向角  $\beta$  をもって傾斜しており、しかも、噴射孔 17 の先端面に段差 25 が形成されている。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000232999]

1. 変更年月日	1995年 8月24日
[変更理由]	名称変更
住 所	茨城県ひたちなか市高場2477番地
氏 名	株式会社日立カーエンジニアリング